

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 992 867 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
12.04.2000 Bulletin 2000/15

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **G05B 19/05, G05B 19/418**

(21) Numéro de dépôt: **99402484.2**

(22) Date de dépôt: **08.10.1999**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Inventeurs:  
• **Bonet, Jacques**  
**06600 Antibes (FR)**  
• **Brault, Gilbert**  
**06140 Vence (FR)**  
• **Chauvet, Antonio**  
**06560 Valbonne (FR)**  
• **Tixador, Jean-Marc**  
**06270 Villeneuve-Loubet (FR)**

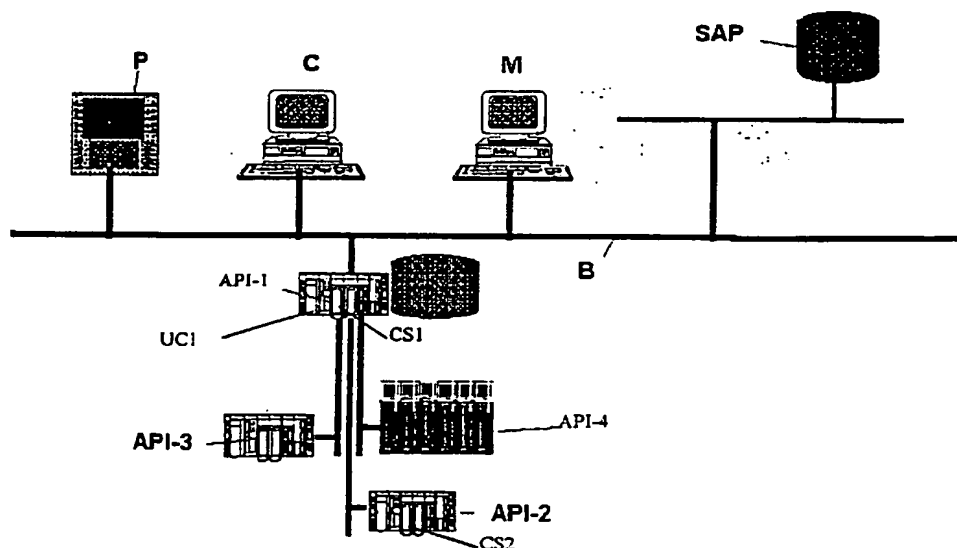
(30) Priorité: **08.10.1998 FR 9812907**

(71) Demandeur: **Schneider Automation**  
**06560 Valbonne (FR)**

(54) **Système d'automatisme distribué**

(57) La présente invention concerne un système d'automatisme distribué comprenant un automate programmable (API-1) connecté à automates programmables (API-2, API-3, API-4) et équipé d'une unité centrale (UC1) et de coupleurs (CS1) communiquant par le bus fond de panier avec ladite unité centrale, l'un des coupleurs (CS1) étant relié par un bus (B) à des équipements associés (P, SAP, C, M), caractérisé par le fait que le coupleur (CS1) peut communiquer grâce à une

fonction serveur avec les équipements associés (P, C, M, SAP) sous le protocole TCP/IP et est pourvu d'une mémoire de masse (MS) contenant d'une part des objets logiciels dits «à variables automates» (OV) qui gèrent l'accès aux variables automates (VAR) et d'autre part des objets logiciels dits «manufacturiers» (OM) transformant les informations des objets (OV) à variables automates en informations de type manufacturier exploitables par les équipements associés (P, SAP, C, M).



**Fig. 1**

## Description

[0001] La présente invention un système d'automatisme distribué comprenant un automate programmable connecté à automates programmables et équipé d'une unité centrale et de coupleurs communiquant par le bus fond de panier avec ladite unité centrale, l'un des coupleurs étant relié par un bus à des équipements associés.

[0002] Traditionnellement, un système d'automatisme est segmenté en plusieurs niveaux. Au niveau inférieur on trouve le bus des capteurs/actionneurs qui permet les échanges entre les automates programmables ou commandes numériques et les capteurs et actionneurs qui leur sont associés. A un niveau supérieur on trouve un bus de type informatique reliant les ordinateurs chargés de la supervision et du système d'information du site de production. A un niveau intermédiaire on trouve des bus qui font la jonction entre les niveaux précédents. Cet ensemble est donc hétérogène.

[0003] Il est connu d'utiliser le protocole TCP/IP et les logiciels adaptés à ce protocole pour faire communiquer sur différents niveaux, via un bus de type Ethernet par exemple, les équipements d'un réseau d'automatisme. Les automates programmables sont alors équipés d'un module ou coupleur TCP/IP. Cette solution permet de fédérer différents niveaux.

[0004] Le langage Java est envisagé pour les automatismes à différents niveaux par exemple au niveau de la gestion de la supervision et de la gestion de production. On se référera par exemple aux articles parus dans CiMax de Mai-juin 97 ou dans Mesures de Mai 98. Ce langage Java présente des avantages concernant la portabilité et l'orientation objet ainsi que la possibilité d'exécuter dans le navigateur d'un poste local des programmes écrits en Java dits «applets» et importés à travers le réseau.

[0005] La présente invention a pour but de fournir une plate-forme matérielle et logicielle rendant l'automate programmable actif sur un réseau de type Intranet ou ses extensions par manipulation et/ou production d'information de niveau manufacturier, c'est à dire « non impliquées » directement dans le contrôle commande temps réel et définissant un modèle objet adapté à la structure actuelle des automatismes. Elle permet d'intégrer les automates programmables industriels au système d'information de l'entreprise sans remettre en cause la structure des automatismes. Ceci répond au besoin croissant d'intégration des équipements de l'outil de production et des systèmes de gestion (Superviseurs, Système automatisé de production, etc.).

[0006] Le système selon l'invention est essentiellement caractérisé par le fait que le coupleur peut communiquer grâce à une fonction serveur avec les équipements associés sous le protocole TCP/IP et est pourvu d'une mémoire de masse contenant d'une part des objets logiciels dits «à variables automates» qui gèrent l'accès aux variables automates et d'autre part des ob-

jets logiciels dits «manufacturiers» transformant les informations des objets à variables automates en informations de type manufacturier exploitables par les équipements associés.

5 [0007] L'invention va maintenant être décrite en se référant à un mode de réalisation donné à titre d'exemple et représenté par les dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma de système d'automatisme distribué;
- la figure 2 est schéma de l'architecture logicielle d'un coupleur serveur équipant un automate selon l'invention;
- la figure 3 illustre les échanges d'informations entre différents objets logiciels du système d'automatisme distribué;
- la figure 4 illustre la mise à jour du serveur de noms du coupleur serveur en cas de modification du programme automate par un atelier de programmation;
- la figure 5 illustre des échanges entre différents objets logiciels.

[0008] L'architecture représentée à la figure 1 comporte un automate référencé API-1 équipé d'une unité centrale UC1. Cet automate communique avec d'autres automates programmables API-2, API-3, API-4 ainsi qu'avec des équipements associés SAP, M, C, P. L'automate API-1 est équipé d'un coupleur serveur CS1 qui va être décrit ci-dessous, l'automate API-2 étant également équipé d'un coupleur serveur repéré CS2.

30 [0009] L'unité centrale de chaque automate programmable contient un programme d'application PAP qui est écrit dans un langage d'automation habituel («ladder», etc..) et gère les entrées - sorties en utilisant des variables de contrôle commande en temps réel dites variables automates qui sont repérées VAR.

[0010] Le coupleur à fonction serveur CS1 de l'automate programmable API-1 communique par le bus fond de panier avec l'unité centrale UC1 de l'automate sur lequel il est monté et avec les autres coupleurs de cet automate. L'automate API-1 équipé du coupleur CS1 peut communiquer par l'intermédiaire par exemple d'un coupleur avec les autres automates programmables référencés API-2, API-3, API-4. Le coupleur serveur CS1 est pourvu d'un connecteur lui permettant de communiquer par un bus B, sous le protocole TCP/IP, avec les équipements associés tels que le serveur de gestion de production SAP, le terminal de dialogue P ou les ordinateurs C et M.

55 [0011] En se référant à la figure 2, chaque coupleur serveur CS1 ou CS2 supporte un système d'exploitation temps réel JAVA, une machine virtuelle qui interprète le « byte-code » JAVA (code intermédiaire obtenu après précompilation par un compilateur JAVA). Une des fonc-

tions de ce système d'exploitation, est d'assurer la connexion du coupleur CS1 au réseau de type TCP/IP. Chaque coupleur CS1 ou CS2 est pourvu d'une mémoire de masse MS et d'un microprocesseur.

[0012] Le coupleur à fonction serveur CS1 de l'automate API-1 contient dans sa mémoire MS d'une part des objets logiciels dits «à variables automates» référencés OV qui gèrent l'accès aux variables automates VAR et d'autre part des objets logiciels dits «manufacturiers» référencés OM. Ce coupleur CS1 supporte un serveur de gestion d'un ensemble de pages de type HTML permettant la «gestion» du coupleur, en particulier l'affichage de l'état du coupleur (Marche, Arrêt, erreur) et la modification de cet état, l'affichage de l'état des objets OM et OV du coupleur (Marche, Arrêt, erreur) et la modification de cet état.

[0013] Un objet manufacturier OM peut facilement être «connecté» à différents types d'objets OV et donc différents types de protocoles ce qui permet l'adaptation du coupleur CS1 à tous les types de protocoles industriels. Un objet OM1-S qui est exécuté sur le coupleur CS1 de l'automate API-1 peut consommer des informations produites par d'autres objets OV-3 ou OM-2 exécutés sur un coupleur serveur CS2 embarqué dans l'automate API-2.

[0014] Les objets OV «à variables automates» peuvent lire ou écrire les valeurs de une ou à plusieurs variables automates VAR en utilisant les protocoles de contrôle industriel. Ils transmettent les valeurs des variables automates aux objets OM en fonction du type de la variable automate et ou en fonction des besoins.

[0015] En se référant aux figures 3 et 5, l'objet OV-1 lit ou écrit par une opération repérée 1 la valeur d'une variable automate VAR1. L'objet OM1-S peut lire ou écrire par une opération repérée 2 ladite valeur sous la même forme que celle manipulée par la variable automate. Il peut aussi lire ou écrire la valeur, par une opération 2a de la figure 5, sous une autre forme que celle de la variable automate. Dans ce cas, bien que la valeur ne change pas, la forme (ou aussi la dynamique) change : par exemple la valeur au lieu d'être codée sur deux octets sera codée sur quatre octets. L'objet OM1-S peut aussi recevoir une valeur pertinente sous la forme d'un événement.

[0016] A chaque objet lié à une variable automate OV est attribué un nom symbolique unique qui est celui de la variable automate manipulée par lui. Le nom symbolique et l'adresse associée (appelée aussi repère) sont sauvegardés dans un serveur de noms SN implémenté dans le coupleur CS1. Les noms symboliques et adresses sont mis à jour automatiquement, soit en cas de modification du nom d'une variable automate soit en cas de modification de l'adresse de la variable automate.

[0017] Chaque objet dit «manufacturier» est constitué d'un objet tel que OM1-S, localisé sur le coupleur serveur CS1 et d'un objet image OM1-C localisé sur un poste client tel que P, C, M ou SAP. Il génère, à partir des valeurs des variables automates fournies par un objet

OV ou par un objet OM une information de type «manufacturier» c'est à dire une information destinée par exemple au système d'information de l'usine. Un tel objet OM peut échanger, avec plusieurs automates programmables industriels.

[0018] L'information 3 de niveau manufacturier peut par exemple être une alarme générée par une machine de production, une donnée métier (par exemple le nombre de voitures blanches ou le nombre de bouteilles), un message à distance via courrier électronique, une information de connexion automate/serveur SAP, une information de diagnostic système, une information de gestion d'alarmes, un message d'alarme en fonction de valeurs prises par certaines variables automate ou une information de gestion de base de données relationnelles ou une information de gestion d'archivage d'événements sur base de données relationnelles, une information gérant l'affichage d'une vue partielle de machine.

[0019] A chaque objet «manufacturier» OM est attribué un nom symbolique unique stocké dans le serveur de noms SN et adapté à une exploitation sur le réseau.

[0020] L'objet client OM1-C est le «proxy» ou image de l'objet serveur OM1-S. La localisation de cet objet image OM1-C dépend de son utilisation. Lorsque l'objet OM1-C est inutilisé, il est stocké dans la base de persistance BP du coupleur serveur CS1. Lorsque l'objet OM1-C est utilisé il est exécuté sur une machine cliente du coupleur serveur CS1, après déchargement, via le réseau, depuis la base de persistance BP. Cette base de persistance BP contient l'état des objets OV et OM (y compris pour ce dernier l'objet client OM-C).

[0021] Par défaut, l'objet client OM1-C offre une vue dite de gestion de l'objet OM (état de l'objet, position, paramètre). Il peut rendre des services optionnels dépendant de la nature même de l'objet OM, comme par exemple l'interface avec des systèmes extérieurs (SAP), une vue tabulaire d'alarme pour un service alarme, un synoptique, etc... L'objet client OM-C peut prendre la forme de pages HTML, d'«applets», de «Beans» (composant logiciel Java) et ou d'autres composants logiciels.

[0022] Les objets manufacturiers OM délivrent des données pertinentes sous forme d'événements (modèle producteur/consommateur) et assurent le maintien de la cohérence des noms d'objets manipulés. C'est le coupleur serveur CS1 qui maintient la base de noms, les autres logiciels étant connectés à ce serveur. Par exemple, en se référant à la figure 4, un atelier de programmation automate APA envoie la liste des modifications au serveur de noms SN à chaque fois qu'une modification du programme automate modifie une variable automate liée à un objet OV.

[0023] La modification de la configuration du coupleur CS1 par le réseau est sans effet sur la partie contrôle commande de l'automate.

[0024] Le fonctionnement va maintenant être expliqué :

[0025] Si l'on se réfère à la figure 3, les objets OV-1 et OV-2 reçoivent des informations 1 et 5 concernant

des variables automates de l'unité centrale UC1. Ces objets OV-1 et OV-2 délivrent une information à la partie serveur OM1-S de l'objet manufacturier. De plus cet objet OM1-S peut recevoir des informations d'objets OV-3 et OV-4 d'un autre automate API-2. La partie serveur OM1-S de l'objet manufacturier génère une information de type manufacturier 3.

[0026] L'objet serveur OM1-S transmet l'information 3 de type manufacturier par un échange référencé 7 à l'objet client OM1-C. L'objet OM1-S transmet une information de synchronisation à l'unité centrale UC1.

[0027] Un poste client tel que P, C, M ou SAP transmette via un navigateur ou d'autres moyens, par un échange référencé 6, via le réseau B, la partie cliente de l'objet OM1-C. Cette partie cliente de l'objet OM1-C est stockée sur un poste client soit ponctuellement, (cas d'une connexion du type navigateur Web par exemple), soit de façon permanente sur un serveur SAP par exemple.

[0028] Les logiciels 10 d'une application extérieure exécutées sur le poste client reçoivent par un échange 8 l'information de type manufacturier.

[0029] Le serveur SAP est interrogé par l'objet OM ou le serveur SAP renvoie les données demandées par l'OM.

[0030] Il est bien entendu que l'on peut sans sortir du cadre de l'invention imaginer des variantes et des perfectionnements de détail et de même envisager l'emploi de moyens équivalents.

3. Système d'automatisme selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le coupleur serveur (CS1) supporte un serveur HTML.

4. Système d'automatisme selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le coupleur serveur (CS1) comporte un serveur de noms gérant des noms symboliques uniques attribués à chaque objet «variable automate» (OV) et à chaque objet «manufacturier» (OM).

5. Système d'automatisme selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que chaque objet (OM) dit «manufacturier» est constitué d'un objet serveur (OM1-S) localisé sur le coupleur serveur (CS1) et d'un objet client (OM1-C) qui est l'image de l'objet serveur et est localisé sur un équipement associé client (P, C, M ou SAP).

6. Système d'automatisme selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte dans le coupleur serveur une base de persistance (BP) permettant de stocker les objets clients (OM1-C) inutilisés et l'état des objets liés aux variables automates (OV) et des objets serveur (OM1-S) et objets clients (OM1-C).

## Revendications

1. Système d'automatisme distribué comprenant un automate programmable (API-1) connecté à automates programmables (API-2, API-3, API-4) et équipé d'une unité centrale (UC1) et de coupleurs (CS1) communiquant par le bus fond de panier avec ladite unité centrale, l'un des coupleurs (CS1) étant relié par un bus (B) à des équipements associés (P, SAP, C, M), caractérisé par le fait que le coupleur (CS1) peut communiquer grâce à une fonction serveur avec les équipements associés (P, C, M, SAP) sous le protocole TCP/IP et est pourvu d'une mémoire de masse (MS) contenant d'une part des objets logiciels dits «à variables automates» (OV) qui gèrent l'accès aux variables automates (VAR) et d'autre part des objets logiciels dits «manufacturiers» (OM) transformant les informations des objets (OV) à variables automates en informations de type manufacturier exploitables par les équipements associés (P, SAP, C, M).

2. Système d'automatisme distribué selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le coupleur serveur (CS1) supporte un système d'exploitation temps réel JAVA apte à permettre la connexion sous TCP/IP.

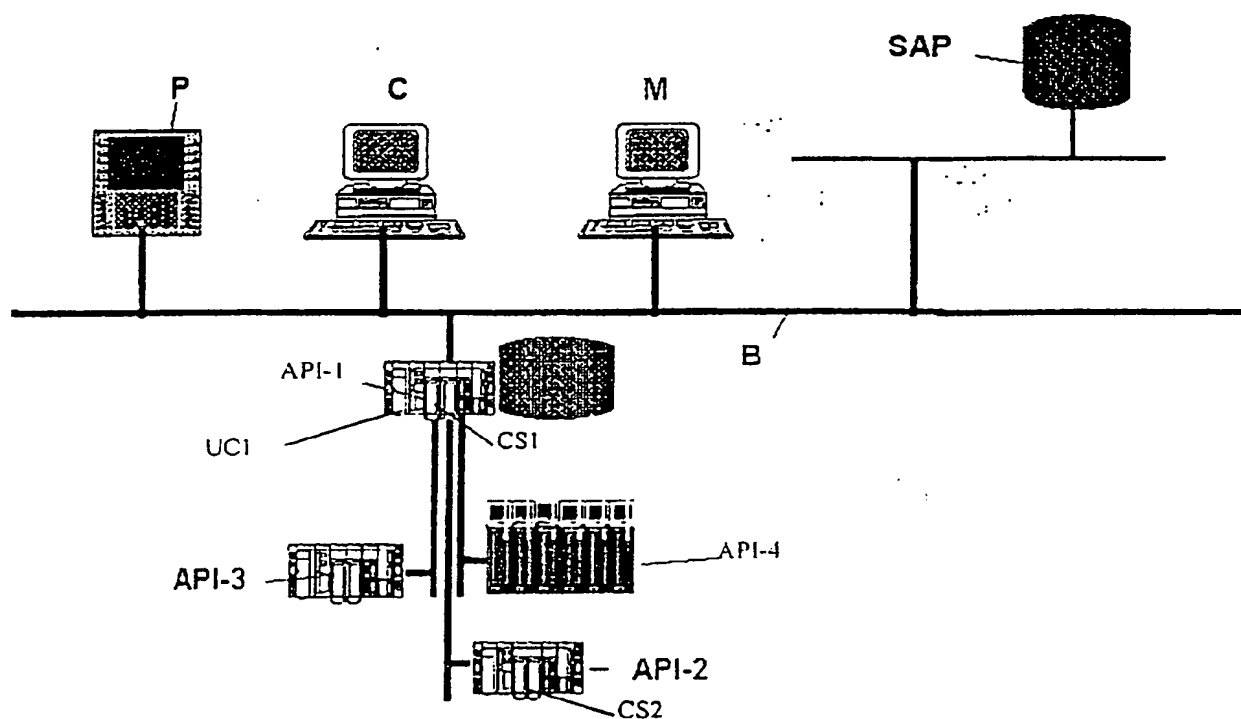


Fig. 1

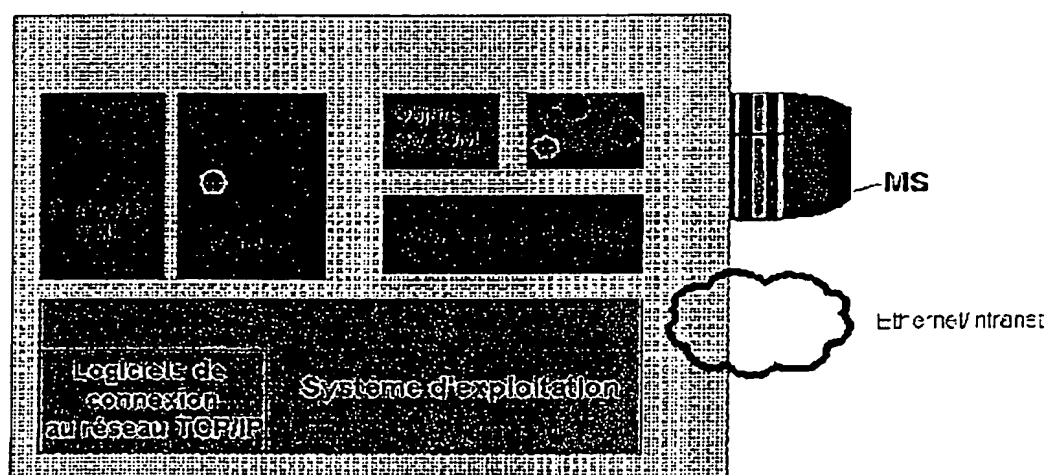
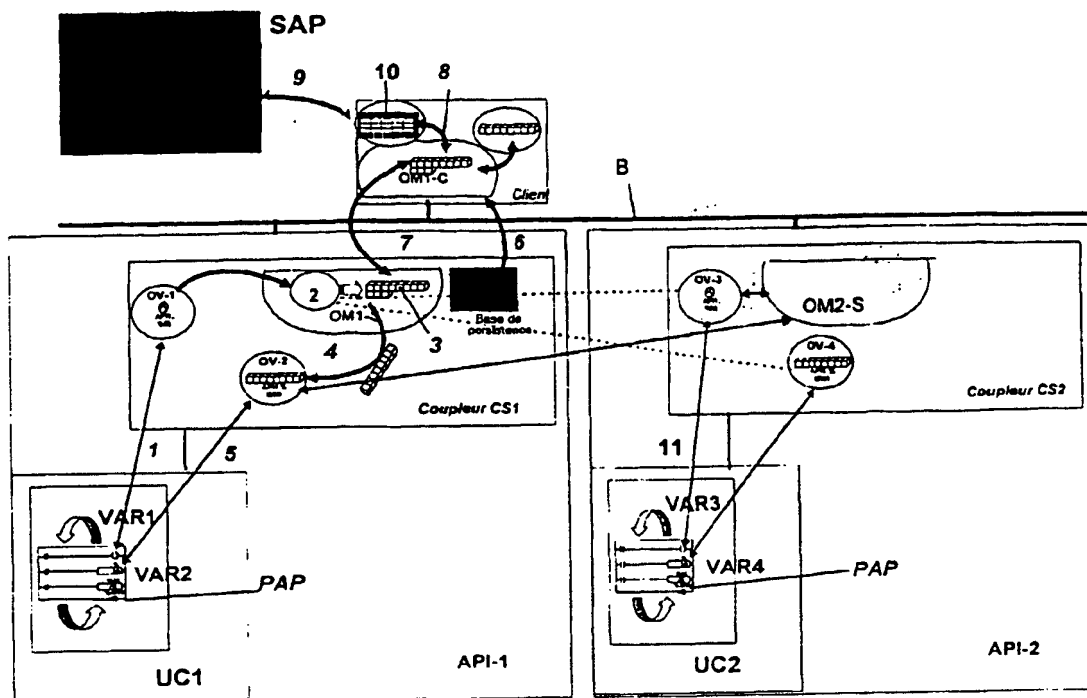
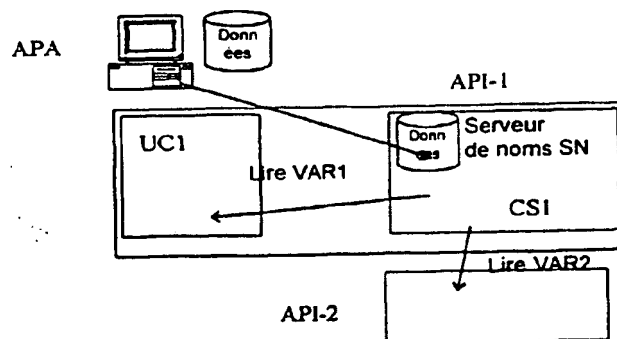


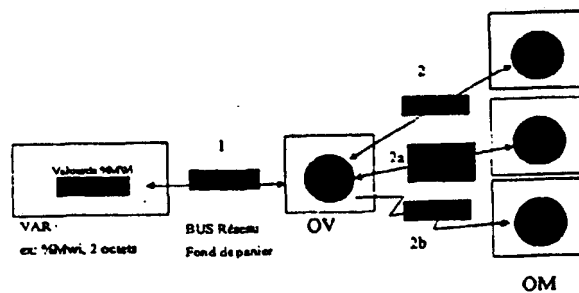
Fig. 2



**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 99 40 2484

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IntCl.7)
X	EP 0 825 506 A (FOXBORO CORP) 25 février 1998 (1998-02-25) * le document en entier *	1-6	G05B19/05 G05B19/418
X	US 4 949 299 A (PICKETT DENNIS C) 14 août 1990 (1990-08-14) * le document en entier *	1-6	
A	EP 0 597 561 A (MANNESMANN AG) 18 mai 1994 (1994-05-18) * le document en entier *	1	
A	US 5 805 442 A (GOLDMAN CRAIG E ET AL) 8 septembre 1998 (1998-09-08) * le document en entier *	1	
A	DE 296 00 609 U (SIEMENS AG) 13 février 1997 (1997-02-13) * le document en entier *	1	
A	DE 196 15 190 A (FRITZ ELECTRONIC GMBH) 23 octobre 1997 (1997-10-23) * le document en entier *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IntCl.7)
A	ERKES J W ET AL: "IMPLEMENTING SHARED MANUFACTURING SERVICES ON THE WORLD-WIDE WEB" COMMUNICATIONS OF THE ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, US, ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY. NEW YORK, vol. 39, no. 2, 1 février 1996 (1996-02-01), pages 34-45, XP000585177 ISSN: 0001-0782	1-6	G05B H04L
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>1 février 2000</b>	Examineur <b>Hauser, L</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03.92 (P4/C02)



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 99 40 2484

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	<p>FUHR P L ET AL: "REMOTE INTERROGATION AND CONTROL OF SENSORS VIA THE INTERNET" SENSORS,US,HELMERS PUBLISHING, vol. 12, no. 12, 1 décembre 1995 (1995-12-01), pages 25-29,31, XP002050471 ISSN: 0746-9462 * le document en entier *</p> <p>-----</p>	1-6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>1 février 2000</b>	Examineur <b>Hauser, L</b>
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P/MC/02)



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 99 40 2484

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

01-02-2000

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 0825506	A	25-02-1998	AUCUN		
US 4949299	A	14-08-1990	AUCUN		
EP 0597561	A	18-05-1994	DE 4238957	A	19-05-1994
			AT 175038	T	15-01-1999
			DE 59309243	D	04-02-1999
			JP 7006128	A	10-01-1995
			US 5799205	A	25-08-1998
US 5805442	A	08-09-1998	US 5975737	A	02-11-1999
			US 5982362	A	09-11-1999
DE 29600609	U	13-02-1997	AT 184405	T	15-09-1999
			CN 1209890	A	03-03-1999
			CZ 9802220	A	12-05-1999
			WO 9726587	A	24-07-1997
			DE 59700413	D	14-10-1999
			EP 0875023	A	04-11-1998
			HU 9900247	A	28-05-1999
			JP 11510294	T	07-09-1999
			PL 327615	A	21-12-1998
DE 19615190	A	23-10-1997	WO 9739393	A	23-10-1997

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

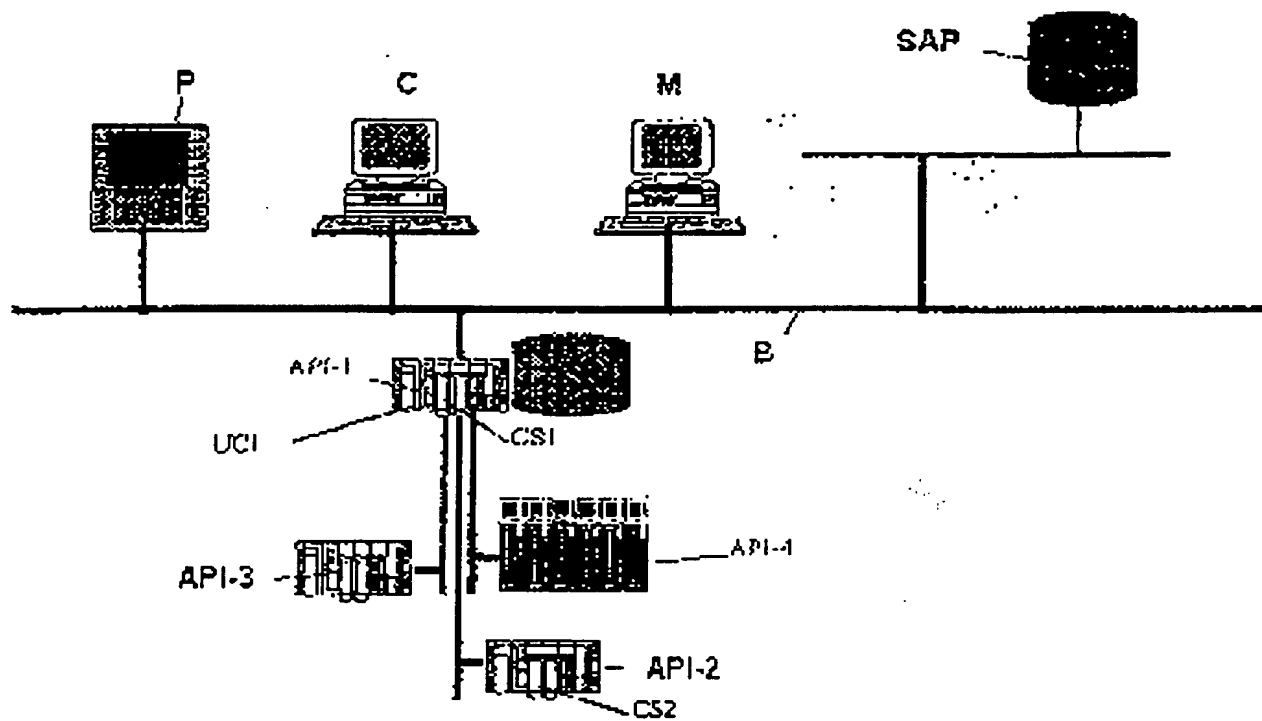


Fig. 1

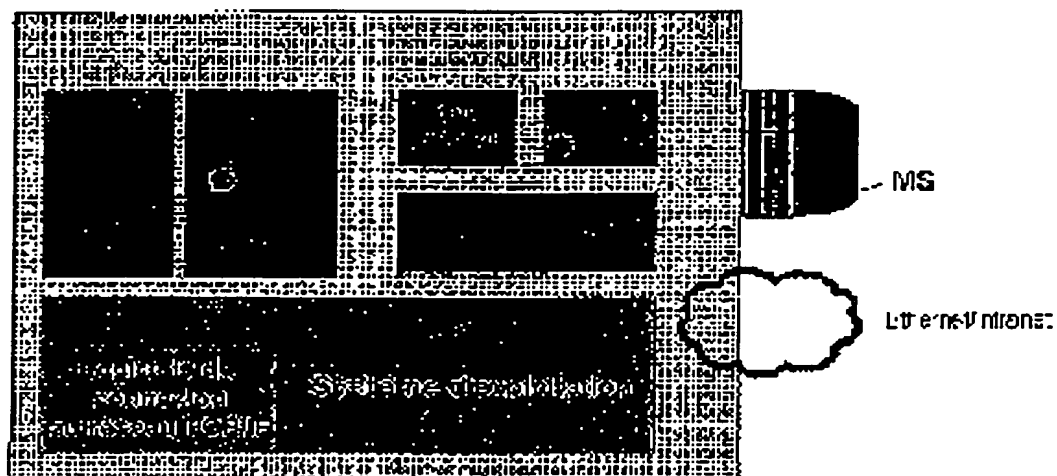


Fig. 2

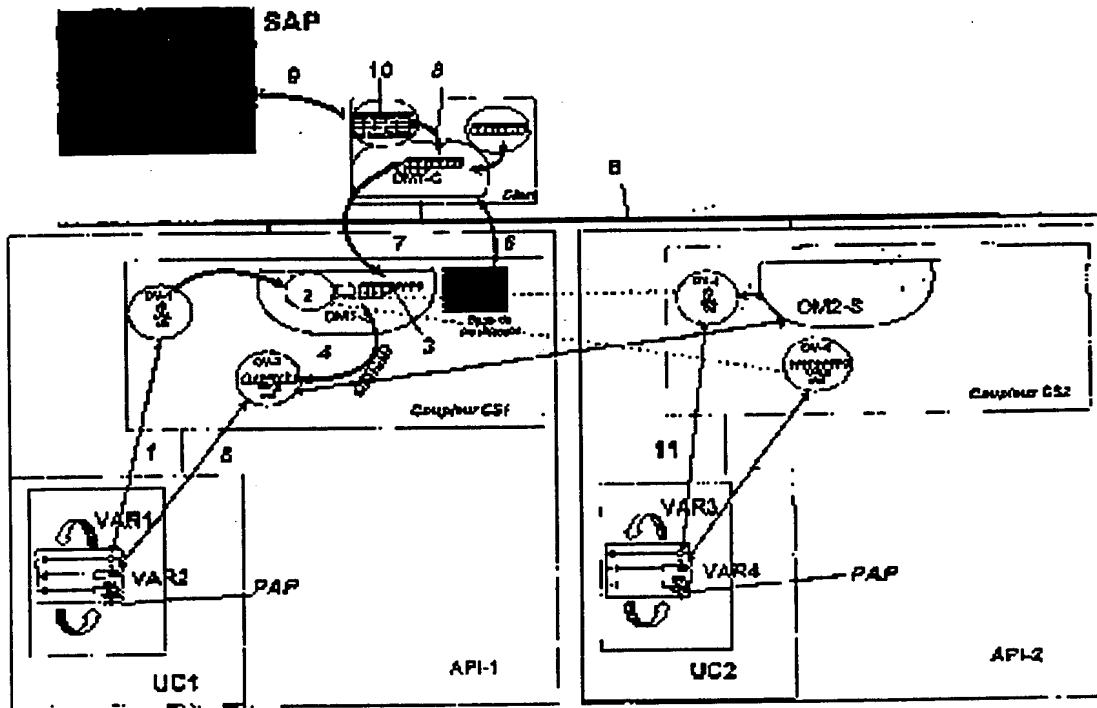


Fig. 3

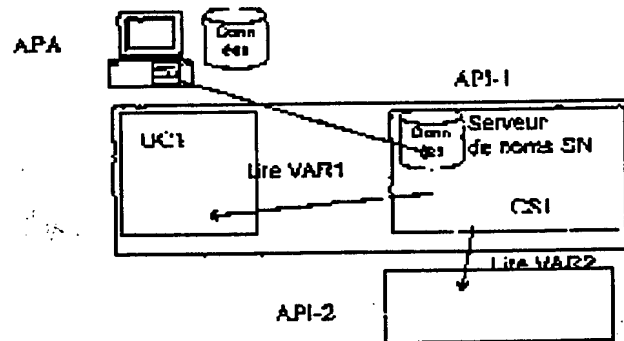


Fig. 4

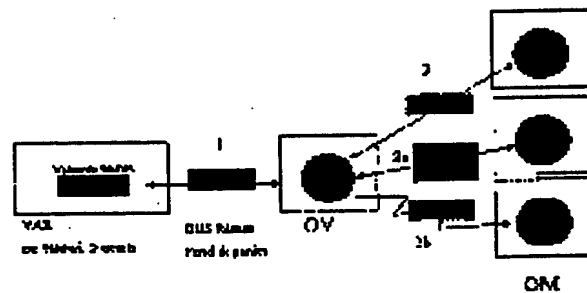


Fig. 5